

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 2月14日

出願番号

Application Number:

特願2003-036757

[ST.10/C]:

[JP2003-036757]

出願人

Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

E

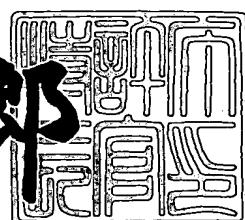
TSN2002-8215

TSN2003-274

2003年 7月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3052356

【書類名】 特許願
 【整理番号】 PNTYA146
 【提出日】 平成15年 2月14日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 B60L 11/14
 H01M 8/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 石川 哲浩

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市東区東桜一丁目13番3号 NHK名古屋放送センタービル20階 株式会社トヨタコミュニケーション・システム内
 【氏名】 吉田 寛史

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区新栄町2丁目9番地 スカイオアシス栄8階 株式会社アプロ内

【氏名】 佐藤 仁

【特許出願人】

【識別番号】 000003207
 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000017
 【氏名又は名称】 特許業務法人アイテック国際特許事務所
 【代表者】 伊神 広行
 【電話番号】 052-218-3226

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0104390

【フルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 駆動装置およびこれを備える自動車

【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動軸に動力を入出力可能な駆動装置であって、

前記駆動軸に動力を入出力する電動機と、

該電動機を駆動制御する駆動回路と、

該駆動回路に電圧変換器を介さずに接続された燃料電池と、

該燃料電池に並列接続され、充放電が可能で満充電時の電圧が前記燃料電池の開放端子電圧より高い電圧となるよう使用電圧が設定された少なくとも一つのキヤパシタを有する充放電手段と、

前記燃料電池から前記充放電手段への充電が可能な方向に取り付けられたダイオードと、

前記駆動軸への要求動力に基づいて前記電動機が駆動されるよう前記駆動回路を制御する駆動制御手段と、

を備える駆動装置。

【請求項2】 請求項1記載の駆動装置であって、

前記充放電手段の端子間電圧を検出する電圧検出手段を備え、

前記駆動制御手段は、前記電動機が回生制御される際に前記電圧検出手段により検出された端子間電圧が前記燃料電池の開放端子間電圧と該開放端子間電圧より低い所定電圧との間の電圧のときには前記電動機による回生電力が大きくなるよう前記駆動回路を制御する手段である

駆動装置。

【請求項3】 請求項2記載の駆動装置であって、

機械的な作用により前記駆動軸に制動力を付与可能な制動力付与手段を備え、

前記駆動制御手段は、前記駆動軸への要求動力が制動力のときには要求動力を前記電動機の回生制御による第1の制動力と前記制動力付与手段による第2の制動力とに分配して該第1の制動力と該第2の制動力とが前記駆動軸に作用するよう前記駆動回路と前記制動力付与手段とを制御し、前記電動機が回生制御される際に前記電圧検出手段により検出された端子間電圧が前記燃料電池の開放端子間

電圧を含む所定の範囲の電圧のときには前記第1の制動力が大きくなるよう調整することにより前記電動機による回生電力が大きくなるよう制御する手段である駆動装置。

【請求項4】 請求項1ないし3いずれか記載の駆動装置であって、前記燃料電池を前記駆動回路から遮断可能な遮断手段を備え、前記駆動制御手段は、前記電動機による前記駆動軸への動力の入出力の際に前記燃料電池が前記駆動回路から遮断されないよう前記遮断手段を制御する手段である駆動装置。

【請求項5】 前記駆動制御手段は、前記電動機が回生制御される際にも前記燃料電池が前記駆動回路から遮断されないよう前記遮断手段を制御する手段である請求項4記載の駆動装置。

【請求項6】 前記充放電手段は、複数のキャパシタを並列接続してなる請求項1ないし5いずれか記載の駆動装置。

【請求項7】 前記充放電手段は、前記複数のキャパシタの少なくとも一つのキャパシタの接続および接続の解除を司る接続スイッチを備える請求項6記載の駆動装置。

【請求項8】 請求項7記載の駆動装置であって、前記充放電手段の端子間電圧を検出する電圧検出手段を備え、前記駆動制御手段は、前記電動機が回生制御される際には、前記少なくとも一つのキャパシタの接続が解除されるよう前記接続スイッチを制御すると共に該少なくとも一つのキャパシタの接続が解除された状態で前記電圧検出手段により検出される端子間電圧が前記燃料電池の開放端子間電圧より所定電圧だけ大きくなったときに該少なくとも一つのキャパシタが接続されるよう前記接続スイッチを制御する手段である駆動装置。

【請求項9】 請求項1ないし8いずれか記載の駆動装置を備え、少なくとも一つの車軸が機械的に前記駆動軸に接続されてなる自動車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、駆動装置およびこれを備える自動車に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種の駆動装置として、電動機を駆動する駆動回路に電圧変換器を介さずに燃料電池、二次電池、大容量コンデンサ、電気分解装置を並列接続すると共に燃料電池と二次電池とを駆動回路から切り離す第1スイッチおよび電気分解装置を切り離す第2スイッチを備えるものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。この装置は、通常運転時には第1スイッチがオンで第2スイッチがオフの状態とされており、電動機が回生制御されるときには、第1スイッチをオフとして燃料電池と二次電池とを駆動回路から切り離して回生電力により大容量コンデンサを充電し、大容量コンデンサの端子間電圧が二次電池の端子間電圧を上回ると第2スイッチをオンとして大容量コンデンサからの電力や回生電力を用いて電気分解装置により水を電気分解する。そして、水の電気分解により得られる水素と酸素を燃料電池の燃料として用いている。

【0003】

【特許文献1】

特開平6-253409号公報（図1、図2、第4頁）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、こうした駆動装置では、電動機が回生制御される毎に第1スイッチをオフとして燃料電池と二次電池とを切り離す必要があり、電動機の回生制御が頻繁に行なわれるときには制御が複雑になると共に第1スイッチの負荷も大きくなる。

【0005】

また、この駆動装置では、二次電池や電気分解装置を備えることから、装置が大型化すると共に複雑なものとなる。装置の小型化やシンプル化を図るために二次電池や電気分解装置のない装置を考えると、第1スイッチにより燃料電池を切

り離した後に再び接続するときに、大容量コンデンサの端子間電圧によっては燃料電池に大電流が流れる場合が生じる。こうした大電流はスイッチの寿命を低下させるなどの不都合を招いてしまう。

【0006】

本発明の駆動装置およびこれを備える自動車は、電動機を駆動する駆動回路に電圧変換器を介さずに並列接続された燃料電池と充放電手段とを有する駆動装置およびこの駆動装置を備える自動車において、燃料電池に予期しない大電流が流れないようにすることを目的の一つとする。また、本発明の駆動装置は、電動機を駆動する駆動回路に電圧変換器を介さずに並列接続された燃料電池と充放電手段とを備える駆動装置およびこの駆動装置を備える自動車において、燃料電池を駆動回路から遮断する遮断手段の劣化を抑制することを目的の一つとする。さらに、本発明の駆動装置は、電動機を駆動する駆動回路に電圧変換器を介さずに並列接続された燃料電池と充放電手段とを備える駆動装置およびこの駆動装置を備える自動車において、燃料電池の運転効率を高く維持することを目的の一つとする。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明の駆動装置およびこれを備える自動車は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

【0008】

本発明の駆動装置は、

駆動軸に動力を入出力可能な駆動装置であって、

前記駆動軸に動力を入出力する電動機と、

該電動機を駆動制御する駆動回路と、

該駆動回路に電圧変換器を介さずに接続された燃料電池と、

該燃料電池に並列接続され、充放電が可能で満充電時の電圧が前記燃料電池の開放端子電圧より高い電圧となるよう使用電圧が設定された少なくとも一つのキヤパシタを有する充放電手段と、

前記燃料電池から前記充放電手段への充電が可能な方向に取り付けられたダイ

オードと、

前記駆動軸への要求動力に基づいて前記電動機が駆動されるよう前記駆動回路を制御する駆動制御手段と、

を備えることを要旨とする

【0009】

この本発明の駆動装置では、電動機が回生制御される際には、得られる回生電力は満充電時の電圧が燃料電池の開放端子電圧より高い電圧となるよう使用電圧が設定された少なくとも一つのキャパシタを有する充放電手段に充電される。このとき、充放電手段の端子間電圧が燃料電池の開放端子電圧より高くなる場合も生じるが、燃料電池から充放電手段への充電が可能な方向に取り付けられたダイオードの存在により、燃料電池に逆電流が流れることはない。この結果、電動機の回生制御の際に燃料電池を駆動回路から切り離す必要がない。また、本発明の駆動装置では、こうした電動機の回生制御の後に電動機が力行制御される際には、電動機は、充放電手段の端子間電圧が燃料電池の開放端子間電圧より高いときには充放電手段からの出力により駆動され、充放電手段の端子間電圧が燃料電池の開放端子間電圧に低下した後は燃料電池と充放電電圧とからの出力により駆動される。この結果、充放電手段の端子間電圧が燃料電池の開放端子間電圧より低い電圧のときに燃料電池が接続されることによって生じ得る燃料電池に大電流が流れる現象を回避することができる。

【0010】

こうした本発明の駆動装置において、前記充放電手段の端子間電圧を検出する電圧検出手段を備え、前記駆動制御手段は、前記電動機が回生制御される際に前記電圧検出手段により検出された端子間電圧が前記燃料電池の開放端子間電圧と該開放端子間電圧より低い所定電圧との間の電圧のときには前記電動機による回生電力が大きくなるよう前記駆動回路を制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、充放電手段の端子間電圧が燃料電池の開放端子間電圧と所定電圧との間の電圧となる状態を迅速に通り過ぎることができるから、開放端子間電圧と所定電圧との間の電圧で運転したときに比較的運転効率がよくないタイプの燃料電池を用いる場合には、燃料電池の運転効率の低下を抑制すること、即ち

燃料電池の運転効率の向上を図ることができる。この態様の本発明の駆動装置において、機械的な作用により前記駆動軸に制動力を付与可能な制動力付与手段を備え、前記駆動制御手段は、前記駆動軸への要求動力が制動力のときには要求動力を前記電動機の回生制御による第1の制動力と前記制動力付与手段による第2の制動力とに分配して該第1の制動力と該第2の制動力とが前記駆動軸に作用するよう前記駆動回路と前記制動力付与手段とを制御し、前記電動機が回生制御される際に前記電圧検出手段により検出された端子間電圧が前記燃料電池の開放端子間電圧を含む所定の範囲の電圧のときには前記第1の制動力が大きくなるよう調整することにより前記電動機による回生電力が大きくなるよう制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、駆動軸に付与する制動力を変更することなく回生電力を大きくすることができる。

【0011】

また、本発明の駆動装置において、前記燃料電池を前記駆動回路から遮断可能な遮断手段を備え、前記駆動制御手段は前記電動機による前記駆動軸への動力の入出力の際に前記燃料電池が前記駆動回路から遮断されないよう前記遮断手段を制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、遮断手段の負荷が大きくなることによる遮断手段の劣化を抑制することができる。この態様の本発明の駆動装置において、前記駆動制御手段は、前記電動機が回生制御される際にも前記燃料電池が前記駆動回路から遮断されないよう前記遮断手段を制御する手段であるものとすることもできる。

【0012】

さらに、本発明の駆動装置において、前記充放電手段は、複数のキャパシタを並列接続してなるものとすることもできる。この態様の本発明の駆動装置において、前記充放電手段は、前記複数のキャパシタの少なくとも一つのキャパシタの接続および接続の解除を司る接続スイッチを備えるものとすることもできる。こうすれば、複数のキャパシタのうちの一部のキャパシタだけを用いることができる。この態様の本発明の駆動装置において、前記充放電手段の端子間電圧を検出する電圧検出手段を備え、前記駆動制御手段は、前記電動機が回生制御される際には、前記少なくとも一つのキャパシタの接続が解除されるよう前記接続スイッ

チを制御すると共に該少なくとも一つのキャパシタの接続が解除された状態で前記電圧検出手段により検出される端子間電圧が前記燃料電池の開放端子間電圧より所定電圧だけ大きくなったときに該少なくとも一つのキャパシタが接続されるよう前記接続スイッチを制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、充放電手段の端子間電圧が燃料電池の開放端子間電圧と所定電圧との間の電圧となる状態を迅速に通り過ぎることができるから、開放端子間電圧と所定電圧との間の電圧で運転したときに比較的運転効率がよくないタイプの燃料電池を用いる場合には、燃料電池の運転効率の低下を抑制すること、即ち燃料電池の運転効率の向上を図ることができる。

【0013】

こうした上述のいずれかの態様の駆動装置は、少なくとも一つの車軸が機械的に駆動装置の駆動軸に接続された自動車に搭載することができる他、自動車以外の船舶や航空機などの移動体にも搭載することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である電気自動車10の構成の概略を示す構成図である。実施例の電気自動車10は、図示するように、水素高圧タンク22から供給され循環ポンプ26により循環される燃料ガスとしての水素ガスとエアコンプレッサ28やアクチュレータ24から切替バルブ50を介して供給される空気中の酸素とにより発電する燃料電池30と、この燃料電池30に遮断器56を介して並列に接続されたキャパシタ32と、燃料電池30およびキャパシタ32からの直流電力を三相交流電力に変換するインバータ34と、インバータ34により変換された三相交流電力により駆動しデファレンシャルギヤ14を介して駆動輪12に動力を出力する走行用モータ36と、車両全体をコントロールする電子制御ユニット70とを備える。

【0015】

燃料電池30は、図示しないが、電解質膜とこの電解質膜を狭持するアノード電極およびカソード電極とからなる単セルをセル間の隔壁をなすセパレータと共に

に複数積層してなる燃料電池スタックにより構成されており、セパレータに形成されたガス流路を通じてアノード電極に供給された水素ガスとカソード電極に供給された空気による電気化学反応により発電する。燃料電池30には、図示しないが、冷却媒体（例えば、冷却水）が循環可能な循環路が形成されており、この循環路内の冷却媒体の循環により燃料電池30内の温度が適温（例えば、65°C ~ 85°C）に保持されるようになっている。

【0016】

キャパシタ32は、例えば、電気二重層キャパシタ（EDLC）として構成されており、実施例の電気自動車10には、使用電圧の最大値が燃料電池30の開放端子間電圧より高いものが用いられている。

【0017】

走行用モータ36は、例えば、電動機として機能すると共に発電機として機能する周知の同期発電電動機として構成されており、運転者のアクセルペダル83やブレーキペダル85の踏み込み量や車速Vに応じて電動機として又は発電機として駆動する。走行用モータ36にデファレンシャルギヤ14を介して接続された駆動輪12には、ディスクブレーキなどの機械的な作用により制動力を付与することができる機械ブレーキ13が取り付けられている。

【0018】

燃料電池30およびキャパシタ32からの電力ラインには燃料電池30およびキャパシタ32からの高電圧を低電圧（例えば、12V）に変換するDC/DCコンバータ54が取り付けられており、12V電源としての2次電池60や車両に搭載された補機62に電力を供給している。また、この電力ラインには、燃料電池30からのキャパシタ32への充電が可能な方向にダイオード58が取り付けられており、キャパシタ32側が高電圧になったときでも燃料電池30には逆電流が流れないようになっている。

【0019】

電子制御ユニット70は、CPU72を中心としたマイクロプロセッサとして構成されており、CPU72の他に、処理プログラム等が記憶されたROM74と、一時的にデータを記憶するRAM76と、図示しない入出力ポートとを備え

る。この電子制御ユニット70には、キャパシタ32とインバータ34との間に並列に取り付けられた電圧センサ52からの電源電圧Vpや走行用モータ36の回転子の位置を検出する回転位置検出センサ37からの回転位置、シフトレバー81のポジションを検出するシフトポジションセンサ82からのシフトポジション、アクセルペダル83の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度AP、ブレーキペダル85の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ86からのブレーキポジションBP、車両の走行速度を検出する車速センサ88からの車速Vなどが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット70からは、機械ブレーキ13への駆動信号や循環ポンプ26への駆動信号、エアコンプレッサ28への駆動信号、インバータ34へのスイッチング信号、DC/DCコンバータ54への直流電力変換信号、遮断器56への開閉信号、切替バルブ50への切替信号等が出力ポートを介して出力されている。

【0020】

次に、こうして構成された実施例の電気自動車10の動作、特に制動時の動作について説明する。図2は、実施例の電子制御ユニット70により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎（例えば、8 msec毎）に繰り返し実行される。

【0021】

駆動制御ルーチンが実行されると、電子制御ユニット70のCPU72は、まず、アクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度APやブレーキペダルポジションセンサ86からのブレーキポジションBP、走行用モータ36の回転数Nm、電圧センサ52からの電源電圧Vp、車速センサ88からの車速Vなどを入力する処理を実行する（ステップS100）。ここで、走行用モータ36の回転数Nmについては、実施例では、図示しない回転数検出ルーチンにより回転位置検出センサ37によって検出される回転子の回転位置に基づいて算出されるものを入力するものとしたが、車速Vから換算するものとしてもよいし、走行用モータ36の回転数を直接検出するセンサを取り付けてこのセンサにより検出されるものを入力するものとしてもよい。

【0022】

続いて、読み込んだアクセル開度APやブレーキポジションBP、車速Vに基づいて車両に要求される要求トルクT*を設定する（ステップS110）。要求トルクT*は、実施例では、アクセル開度APとブレーキポジションBPと車速Vと要求トルクT*との関係を予め設定して要求トルク設定マップとしてROM74に記憶しておき、アクセル開度APとブレーキポジションBPと車速Vとを与えることにより、要求トルク設定マップから対応する要求トルクT*を導出して設定するものとした。要求トルク設定マップの一例を図3に示す。

【0023】

次に、アクセル開度APやブレーキポジションBP、モータ回転数Nmに基づいて走行用モータ36から出力すべきトルク（モータトルク）Tm*を設定する（ステップS120）。モータトルクTm*は、実施例では、アクセル開度APとブレーキポジションBPと回転数NmとモータトルクTm*との関係を予め設定してモータトルク設定マップとしてROM74に記憶しておき、アクセル開度APとブレーキポジションBPと回転数Nmとを与えることにより、モータトルク設定マップから対応するモータトルクTm*を導出して設定するものとした。モータトルク設定マップの一例を図4に示す。このモータトルクTm*は、図4を図3と比較すると解るように、正のトルクを設定するときには要求トルクT*と同一の値が設定され、負のトルクを設定するときにはその絶対値が要求トルクT*より小さな値が設定される。これは、実施例では、車両に正の加速度を与えるパワーソースは走行用モータ36だけであるが、車両に負の加速度を与えるパワーソースとしては走行用モータ36の他に機械ブレーキ13が存在することに基づく。即ち、車両を正の加速度で走行するときには走行用モータ36から正の要求トルクT*と同一のモータトルクTm*を出力し、車両を負の加速度で走行するとき、即ち制動力を与えるときには走行用モータ36による制動力と機械ブレーキ13による制動力を併用するのである。機械ブレーキ13に作用させるトルクについては後述する。

【0024】

こうしてモータトルクTm*を設定すると、設定したモータトルクTm*が負

の値か否かを判定する（ステップS130）。これは、車両に正の加速度を作用させるのか負の加速度（制動力）を作用させるのかを判定する処理に等しい。前述したように、制動力を作用させるとには走行用モータ36と機械ブレーキ13とを併用するから、モータトルク T_m^* が負の値か否かの判定は、走行用モータ36と機械ブレーキ13とを併用するか否かの判定とも言える。モータトルク T_m^* が負の値でないときには、機械ブレーキ13を作動させないために機械ブレーキ13に作用させるべきトルク（ブレーキトルク） T_b^* に値0を設定して（ステップS140）、走行用モータ36と機械ブレーキ13とを制御して（ステップS190）、本ルーチンを終了する。走行用モータ36の制御は、具体的には、設定したモータトルク T_m^* が走行用モータ36から出力されるよう燃料電池30およびキャパシタ32から供給される電源電圧 V_p の直流電力をインバータ34のスイッチング制御により擬似的な三相交流電力に変換して走行用モータ36に印加することにより行なわれる。機械ブレーキ13の制御は、ブレーキの作動を解除することにより行なわれる。

【0025】

一方、モータトルク T_m^* が負の値のときには、要求トルク T^* からモータトルク T_m^* を減じた値をブレーキトルク T_b^* に設定し（ステップS150）、電源電圧 V_p が閾値 V_r1 から燃料電池30の開放端子間電圧 V_{ocv} の範囲内の電圧であるか否かを判定し（ステップS160）、電源電圧 V_p がこの範囲内の電圧のときには設定したモータトルク T_m^* から調整値 ΔT を減じた値を新たなモータトルク T_m^* として設定すると共に（ステップS170）、ブレーキトルク T_b^* を要求トルク T^* から新たに設定したモータトルク T_m^* を減じた値に設定し直して（ステップS180）、走行用モータ36および機械ブレーキ13を制御し（ステップS190）、本ルーチンを終了する。このように、電源電圧 V_p が閾値 V_r1 から開放端子間電圧 V_{ocv} の範囲内の電圧のときにモータトルク T_m^* を再設定するのは、走行用モータ36による回生電力を大きくして迅速に電源電圧 V_p が開放端子間電圧 V_{ocv} より高くなるようにするためである。以下、この理由について説明する。

【0026】

図5に燃料電池30の電流電圧特性（IV特性）の一例を示す。図中、 V_{ma} はキャパシタ32の使用電圧における最大電圧、即ちキャパシタ32の満充電時の電圧である。 V_{r2} については後述する。実施例の燃料電池30は、固体高分子型の燃料電池として構成されているから、固体高分子型の燃料電池の一般的な特性として開放端子間電圧 V_{ocv} 近傍の領域では他の領域に比して運転効率が低い特性を示す。そこで、こうした運転効率の低い領域を迅速に通過するために、キャパシタ32が迅速に充電されるよう走行用モータ36による回生電力を大きくするのである。ここで、運転効率の低い領域で燃料電池30を運転しないために、従来例では、電源電圧 V_p がこの領域になるときには遮断器56により燃料電池30を遮断している。しかし、こうした従来例では、運転者がブレーキペダル85を踏み込む毎に遮断器56を遮断することになるから、遮断器56の作動頻度が多くなり、遮断器56の故障の発生頻度が高くなってしまう。また、アクセルペダル83が踏み込まれて走行用モータ36が力行制御され電源電圧 V_p が閾値 V_{r1} 未満になったときに遮断器56により遮断されていた燃料電池30が接続されるから、接続時の電源電圧 V_p にもよるが、燃料電池30からキャパシタ32に過大な突入電流が流れる場合が生じ、その場合には遮断器56に大電流が流れ、遮断器56を固着させるなどの不都合も生じてしまう。実施例では、こうした不都合を回避するために、電源電圧 V_p が閾値 V_{r1} から開放端子間電圧 V_{ocv} の範囲内となる運転効率の低い領域であっても遮断器56による燃料電池30の遮断は実行せず、その代わり、こうした運転効率の低い領域を短時間で通り過ぎるために走行用モータ36の回生電力を大きくするのである。既に説明したように、図2の駆動制御ルーチンは、モータトルク T_m* が正の値のとき、即ち、走行用モータ36が力行制御されるときにも用いられるから、実施例では、走行用モータ36の制御や電源電圧 V_p に拘わらず、遮断器56による燃料電池30の遮断は行なわれない。このため、従来例で説明したような燃料電池30を接続することにより生じ得るキャパシタ32への突入電流は生じない。したがって、実施例のこうした処理は、燃料電池30に予期しない大電流が流れることによって生じ得る遮断器56の固着などの不都合を回避すると共に燃料電池30の運転効率を高く維持する処理となる。なお、電源電圧 V_p が開放端子間電

圧 V_{ocv} より大きくなったときには、遮断器 56 側（燃料電池 30 側）に電源電圧 V_p が作用することになるが、実施例の電気自動車 10 では、ダイオード 58 が取り付けられているから、開放端子間電圧 V_{ocv} より高い電源電圧 V_p が燃料電池 30 側に作用することはない。

【0027】

ステップ S160 の処理で電源電圧 V_p が閾値 V_{r1} から開放端子間電圧 V_{ocv} の範囲内の電圧ではないと判定されたときには、走行用モータ 36 の回生電力を大きくする処理を行なう必要がないから、ステップ S120 で設定されたモータトルク T_{m*} とステップ S150 で設定されたブレーキトルク T_{b*} とが走行用モータ 36 と機械ブレーキ 13 とから出力されるよう走行用モータ 36 と機械ブレーキ 13 を制御して（ステップ S190）、本ルーチンを終了する。なお、機械ブレーキ 13 の制御は、設定されたブレーキトルク T_{b*} が作用するよう、例えばディスクブレーキのパッドに作用させる力を調整することにより行なわれる。

【0028】

以上説明した実施例の電気自動車 10 によれば、走行用モータ 36 の制御や電源電圧 V_p に拘わらず、遮断器 56 による燃料電池 30 の遮断は行なわないから、遮断器 56 の作動頻度を少なくして遮断器 56 の故障の発生頻度を抑制することができると共に燃料電池 30 を接続する際に生じ得る遮断器 56 の固着などの不都合を回避することができる。しかも、燃料電池 30 からのキャパシタ 32 への充電が可能な方向にダイオード 58 が取り付けられているから、燃料電池 30 の開放端子間電圧 V_{ocv} より高い電源電圧 V_p が燃料電池 30 側に作用することはない。また、電源電圧 V_p が閾値 V_{r1} から開放端子間電圧 V_{ocv} の範囲内となる燃料電池 30 の運転効率の低い領域のときには、走行用モータ 36 による回生電力を大きくしてキャパシタ 32 の充電を促進し、こうした運転効率の低い領域を短時間で通り過ぎるようにするから、燃料電池 30 の運転効率を高く維持することができる。

【0029】

実施例の電気自動車 10 では、電力ラインに燃料電池 30 と並列にキャパシタ

32を接続するものとしたが、複数のキャパシタを並列接続すると共に走行用モータ36の回生時には、複数のキャパシタを順次充電するものとしてもよい。以下、この場合を本発明の第2実施例の電気自動車10Bとして説明する。第2実施例の電気自動車10Bは、キャパシタ32を除いて第1実施例の電気自動車10と同一の構成をしている。したがって、キャパシタ32に相当する部分以外の説明は重複するから、その図示および説明は省略する。なお、以下の第2実施例の電気自動車10Bの説明では、第1実施例の電気自動車10と同一の符号を用いる。

【0030】

図6は、第2実施例の電気自動車10Bが備える第1実施例のキャパシタ32に相当するキャパシタ装置32Bの構成の概略を示す構成図である。第2実施例のキャパシタ装置32Bは、図示するように、総和が第1実施例のキャパシタ32と同一の容量となる同一の二つのキャパシタ（第1キャパシタ132と第2キャパシタ134）を並列接続すると共に第2キャパシタ134に対して直列にスイッチ素子135を接続して構成されている。スイッチ素子135は、信号ラインにより電子制御ユニット70の出力ポートに接続されており、電子制御ユニット70によるオンオフ制御を受けるようになっている。

【0031】

次に、こうして構成された第2実施例の電気自動車10Bの動作、特に制動時の動作について説明する。図7は、第2実施例の電子制御ユニット70により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。この駆動制御ルーチンは、図2の駆動制御ルーチンからステップS160～S180の処理を除いたものとなる。即ち、電源電圧Vpの値に拘わらず、アクセル開度APやブレーキポジションBP、車速V、モータ回転数Nmにより設定されたモータトルクTm*とブレーキトルクTb*とが走行用モータ36と機械ブレーキ13とから出力されるよう走行用モータ36と機械ブレーキ13とが制御されるのである。なお、第2実施例の電気自動車10でも走行用モータ36の制御や電源電圧Vpに拘わらず、遮断器56による燃料電池30の遮断は行なわれない。

【0032】

第2実施例の電気自動車10では、こうした駆動制御ルーチンの他に図8に例示する充電管理ルーチンが実行される。このルーチンは、モータトルク T_m* が負の値のとき、即ち、走行用モータ36が回生制御されるときに実行される。充電管理ルーチンが実行されると、電子制御ユニット70のCPU72は、まず、電圧センサ52からの電源電圧 V_p を読み込み（ステップS300）、読み込んだ電源電圧 V_p を開放端子間電圧 V_{ocv} と比較する処理を実行する（ステップS310）。そして、電源電圧 V_p が開放端子間電圧 V_{ocv} 未満のときには、スイッチ素子135をオフとする（ステップS320）。

【0033】

続いて、電源電圧 V_p が閾値 V_{r2} 以上か否かを判定し（ステップS330）、電源電圧 V_p が閾値 V_{r2} 以上のときにはスイッチ素子135をオンとして（ステップS330）、本ルーチンを終了する。ここで、閾値 V_{r2} は、開放端子間電圧 V_{ocv} より大きな値であってキャパシタ装置32Bの作動電圧の最大電圧 V_{max} より若干小さな値として設定されている。図5に示した V_{r2} がこの閾値 V_{r2} である。

【0034】

したがって、この充電管理ルーチンでは、電源電圧 V_p が開放端子間電圧 V_{ocv} 未満のときにはスイッチ素子135がオフとされて終了し、電源電圧 V_p が閾値 V_{r2} 以上のときにはスイッチ素子135がオンとされて終了する。即ち、走行用モータ36の回生時には、まず、スイッチ素子135がオフとされて第1キャパシタ132だけが充電され、第1キャパシタ132が満充電近傍になると、スイッチ素子135がオンとされて第2キャパシタ134が充電されるのである。したがって、第2実施例の電気自動車10Bでは、第1実施例の電気自動車10のキャパシタ32の半分の容量の第1キャパシタ132が充電された後に第2キャパシタ134の充電が行なわれるから、第1キャパシタ132の充電は迅速なものとなる。この結果、電源電圧 V_p が閾値 V_{r1} から開放端子間電圧 V_{ocv} の範囲内となる燃料電池30の運転効率の低い領域を短時間で通り過ぎることができる。

【0035】

以上説明した第2実施例の電気自動車10Bによれば、並列接続した第1キャパシタ132と第2キャパシタ134に対して、走行用モータ36の回生時には、まず第1キャパシタ132だけを充電し、第1キャパシタ132が満充電近傍になった後に第2キャパシタ134を充電するようスイッチ素子135をオンオフ制御するから、電源電圧 V_p が閾値 V_{r1} から開放端子間電圧 V_{ocv} の範囲内となる燃料電池30の運転効率の低い領域を短時間で通り過ぎることができる。この結果、燃料電池30の運転効率を高く維持することができる。もとより、第2実施例の電気自動車10Bでも、走行用モータ36の制御や電源電圧 V_p に拘わらず、遮断器56による燃料電池30の遮断は行なわないから、遮断器56の作動頻度を少なくして遮断器56の故障の発生頻度を抑制することができると共に燃料電池30を接続する際に生じ得る遮断器56の固着などの不都合を回避することができる。しかも、燃料電池30からのキャパシタ32への充電が可能な方向にダイオード58が取り付けられているから、燃料電池30の開放端子間電圧 V_{ocv} より高い電源電圧 V_p が燃料電池30側に作用することはない。

【0036】

第2実施例の電気自動車10Bでは、二つの同一容量のキャパシタを並列接続したが、二つの異なる容量のキャパシタを並列接続するものとしてもよい。また、並列接続するキャパシタの数は、二つに限定されるものではなく、三つ以上のキャパシタを並列接続するものとしてもよい。

【0037】

第1実施例の電気自動車10や第2実施例の電気自動車20では、燃料電池30として水素高圧タンク22から供給される水素により発電する固体高分子型の燃料電池を搭載するものとしたが、炭化水素系の燃料を水素リッチな燃料ガスに改質して燃料電池30に供給する改質器を備えるタイプの固体高分子型の燃料電池を搭載するものとしてもよく、固体高分子型の燃料電池とは異なるタイプの燃料電池を搭載するものとしてもかまわない。

【0038】

第1実施例の電気自動車10や第2実施例の電気自動車10Bでは、一つの走行用モータ36を用いるものとして構成したが、駆動輪12に内蔵される二つの

ホイールインモータを用いる構成としてもよく、また、異なる車軸、即ち前輪の車軸と後輪の車軸に異なるモータを取り付ける構成としてもよいのは勿論である。

【0039】

実施例では、本発明としての駆動装置を電気自動車に搭載するものとして説明したが、こうした駆動装置は、自動車に搭載する他、列車などの車両や船舶、航空機などの移動体に搭載するものとしてもよく、建設機械の駆動装置として用いるなど、移動体以外の機器に組み込むものとしてもよい。

【0040】

以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である電気自動車10の構成の概略を示す構成図である。

【図2】 実施例の電子制御ユニット70により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図3】 要求トルク設定マップの一例を示す説明図である。

【図4】 モータトルク設定マップの一例を示す説明図である。

【図5】 燃料電池30の電流電圧特性（IV特性）の一例を示す説明図である。

【図6】 第2実施例の電気自動車10Bが備えるキャパシタ装置32Bの構成の概略を示す構成図である。

【図7】 第2実施例の電子制御ユニット70により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図8】 充電管理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

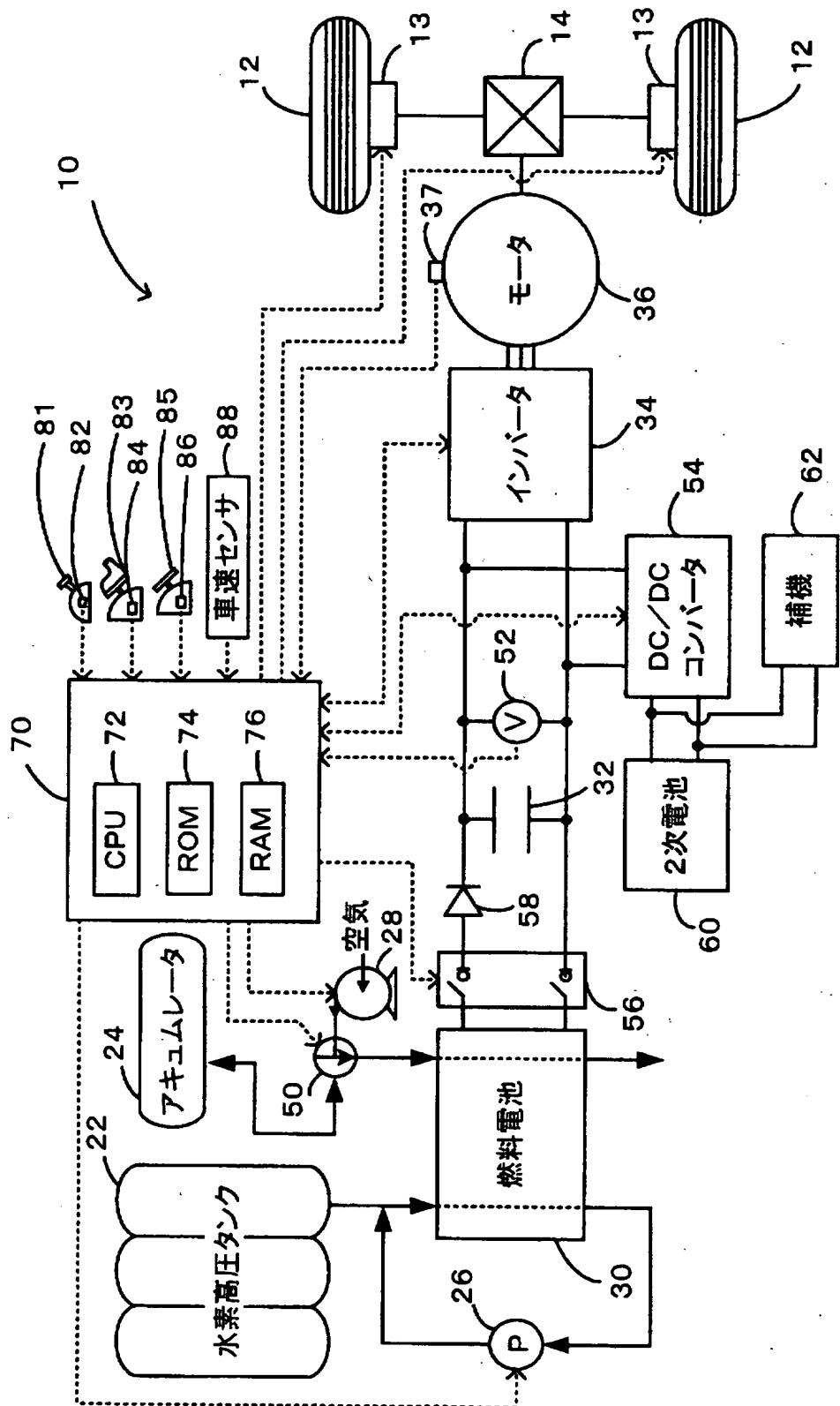
10, 10B 電気自動車、12 駆動輪、13 機械ブレーキ、14 デフアレンシャルギヤ、22 水素高圧タンク、24 アキュムレータ、26 循環

ポンプ、28 エアコンプレッサ、30 燃料電池、32 キャパシタ、32B
キャパシタ装置、34 インバータ、36 走行用モータ、37 回転位置検
出センサ、54 DC/DCコンバータ、60 2次電池、62 補機、70
電子制御ユニット、72 CPU、74 ROM、76 RAM、81 シフト
レバー、82 シフトポジションセンサ、83 アクセルペダル、84 アクセ
ルペダルポジションセンサ、85 ブレーキペダル、86 ブレーキペダルポジ
ションセンサ、88 車速センサ、132 第1キャパシタ、134 第2キャ
パシタ、135 スイッチ素子。

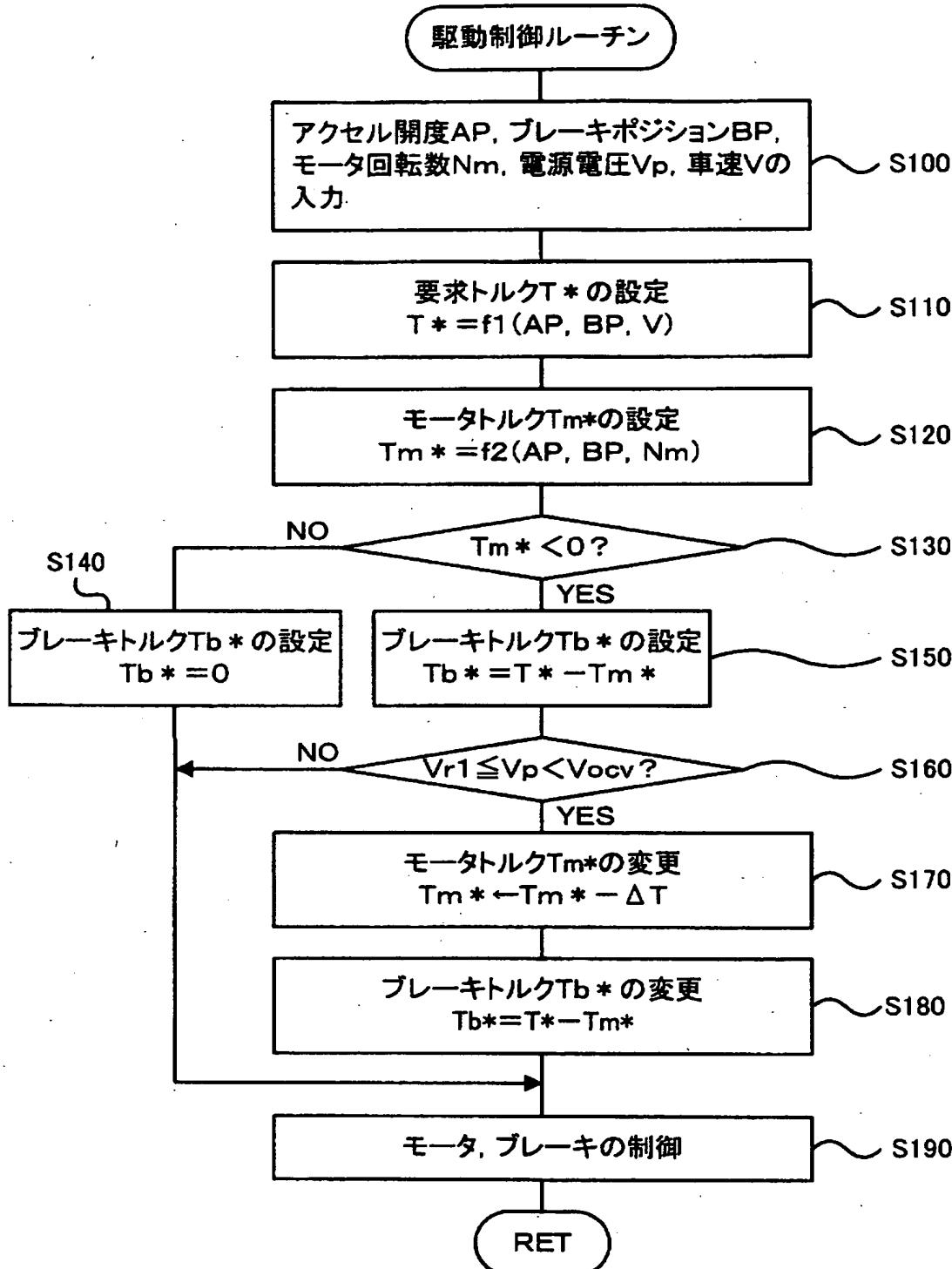
【書類名】

四面

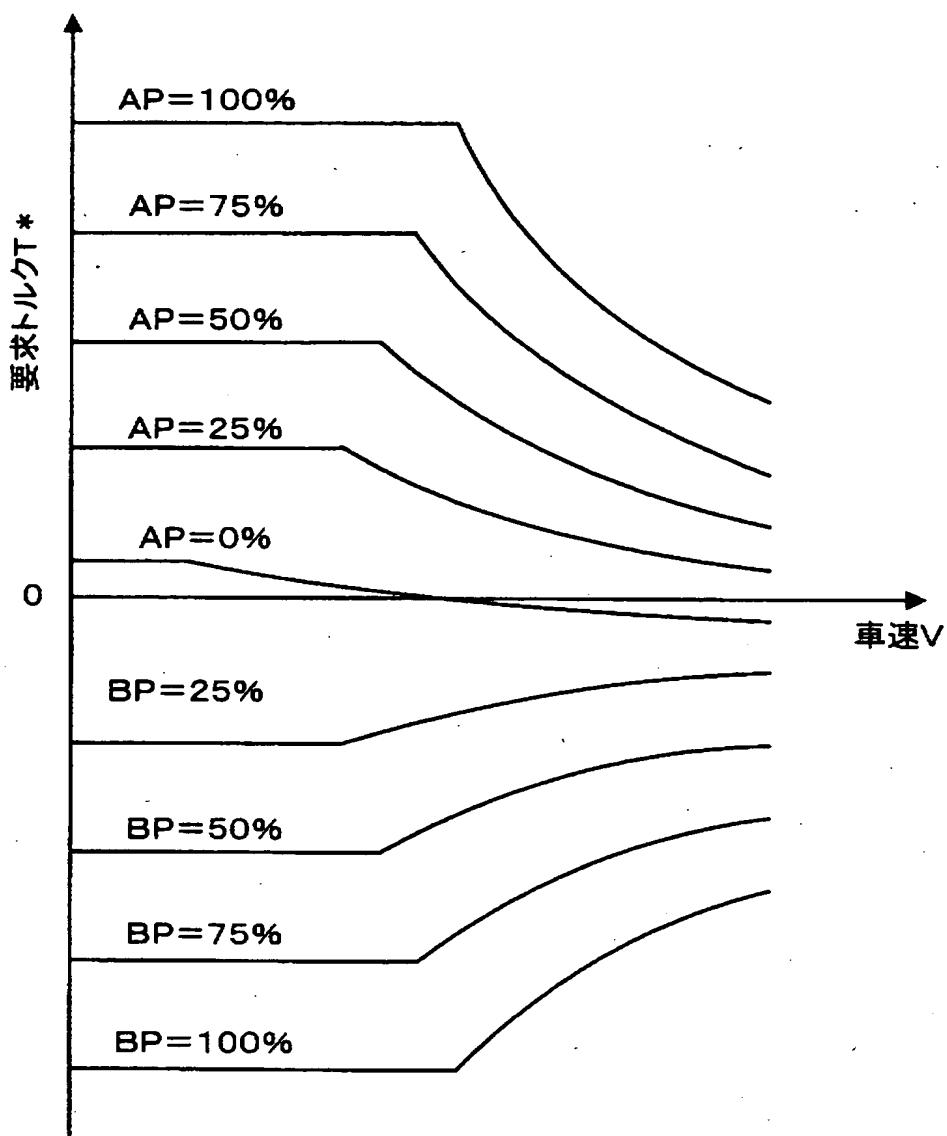
【図1】



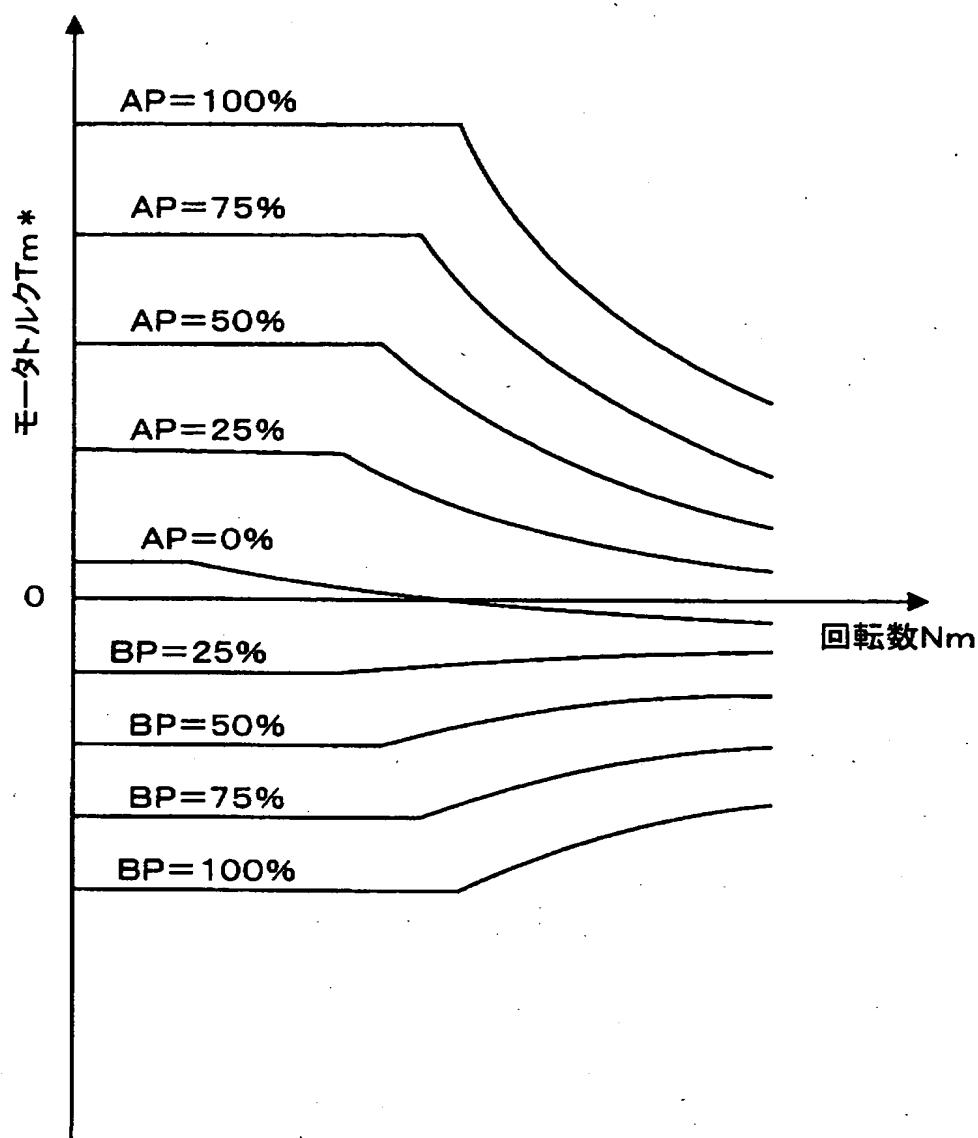
【図2】



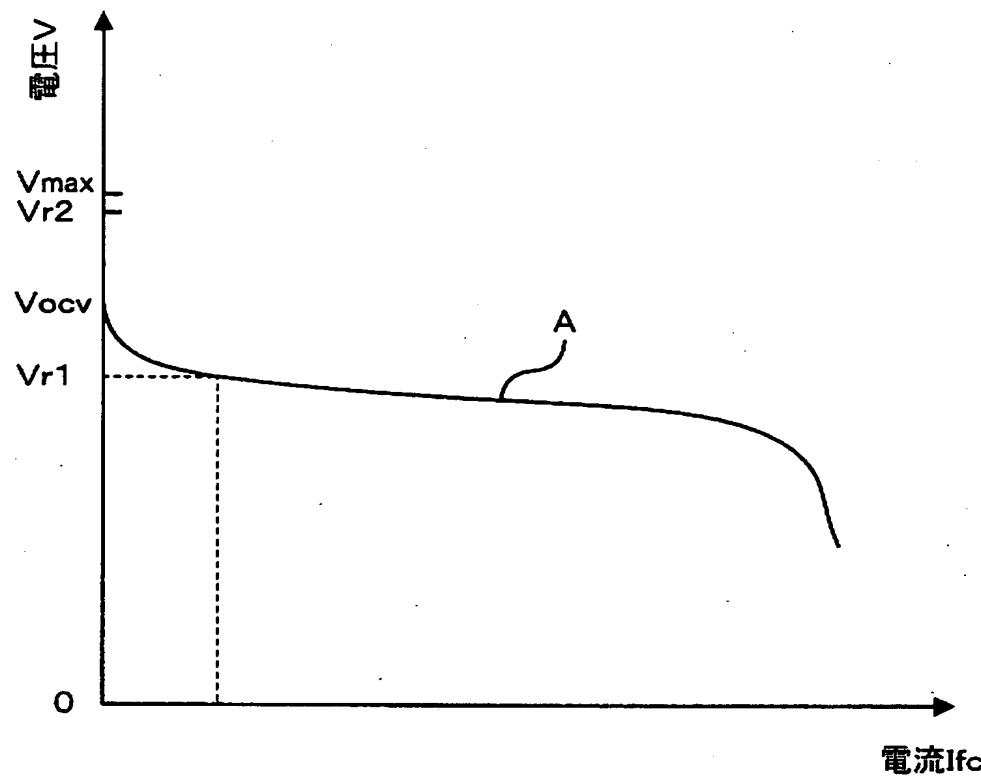
【図3】



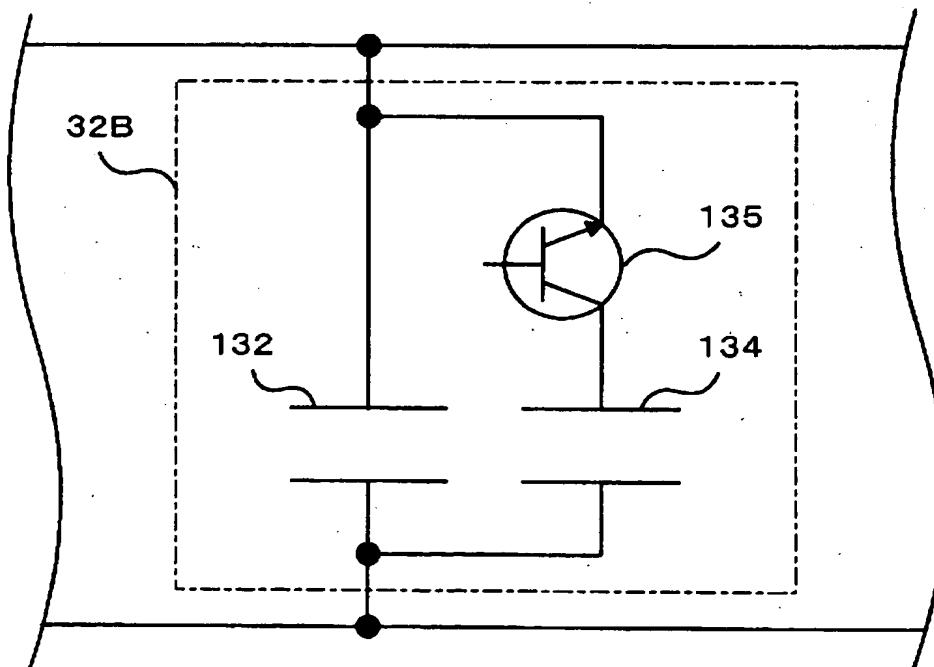
【図4】



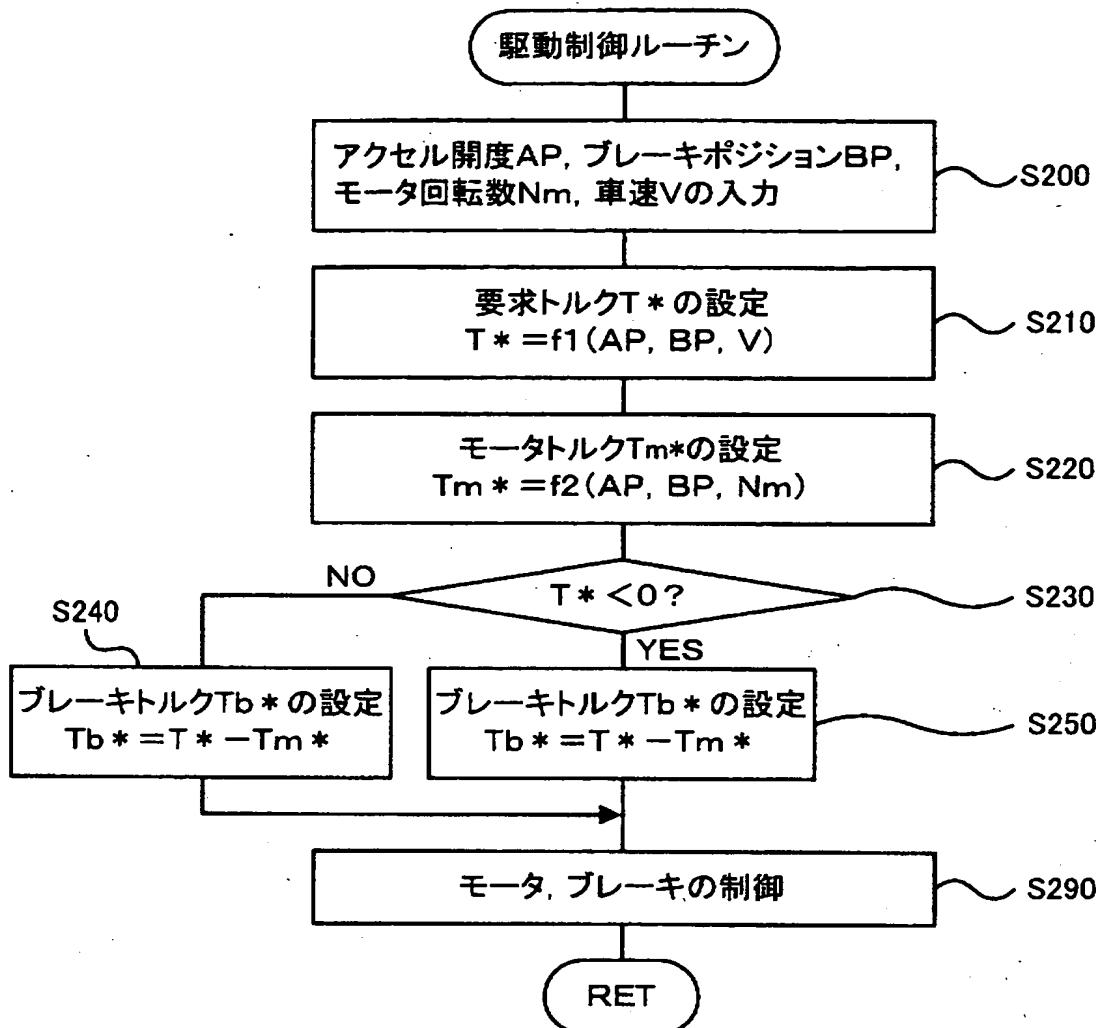
【図5】



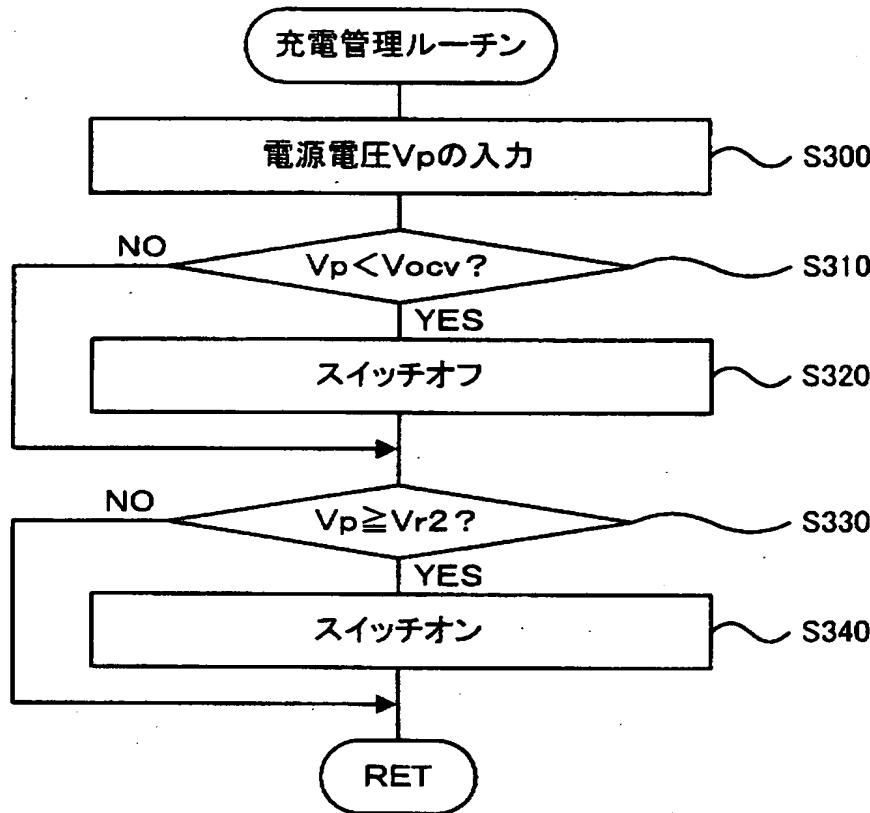
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池を接続する際に生じ得る突入電流の発生を防止すると共に燃料電池の運転効率を高く維持する。

【解決手段】 燃料電池30からキャパシタ32への充電が可能な方向にダイオード58を設け、使用電圧の最大値が燃料電池30の開放端子間電圧より高いキャパシタ32を燃料電池30に並列接続し、モータ36の制御やキャパシタ32の端子間電圧に拘わらず、遮断器56による燃料電池30の遮断は行なわない。そして、モータ36を回生制御する際に、キャパシタ32の端子間電圧が開放端子間電圧近傍のときにはモータ36による回生電力が大きくなるよう制御する。この結果、遮断された燃料電池30を接続する際に生じ得る突入電流の発生を防止することができると共に燃料電池30の運転効率の低い領域を短時間で通過することにより燃料電池30の運転効率を高く維持することができる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社